

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar belakang

Meningkatnya permintaan dan konsumsi energi di dunia, mengakibatkan jumlah energi yang diperoleh dari fosil seperti batu bara, minyak mentah, gas alam, dan lainnya, semakin menipis. Konsumsi energi utama berada pada sektor transportasi, industri dan pembangkit listrik yang juga menyebabkan polusi lingkungan yang serius. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber energi terbaru yang mampu mengatasi masalah tersebut yaitu biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar ramah lingkungan karena terbuat dari bahan terbarukan dan tidak beracun, dapat menggantikan bahan bakar diesel dalam banyak aplikasi yang berbeda seperti dalam boiler [1]. Biodiesel merupakan senyawa ester hasil konversi trigliserida dari minyak tumbuhan atau lemak hewan oleh alkohol dengan penambahan katalis [2, 3]. Kehadiran katalis mempengaruhi laju reaksi guna mempercepat proses reaksi.

Katalis terbagi menjadi dua jenis yaitu katalis heterogen dan katalis homogen. NaOH umumnya digunakan sebagai katalis basa homogen, namun bila kadar FFA dalam minyak tinggi maka penggunaan NaOH sebagai katalis akan membawa ketidakuntungan karena menghasilkan banyak sabun dan sulit dilakukan proses pemisahan. Katalis asam dapat mengurangi kadar FFA pada minyak yang tinggi seperti yang biasa digunakan yaitu asam sulfat sebagai katalis asam homogen. Namun penggunaan katalis asam memiliki kerugian yaitu memproduksi air bersamaan ester, menghasilkan konversi yang rendah serta membutuhkan alkohol yang tinggi untuk proses reaksi [4]. Katalis heterogen memiliki keunggulan dibandingkan katalis homogen yaitu,

proses pemisahan yang lebih mudah, dapat digunakan kembali (*recycle*), tidak korosif, ramah lingkungan dan *yield* yang dihasilkan lebih tinggi [5, 6].

Metal Organic Framework (MOF) merupakan material kristal berpori yang tersusun atas bahan organik (ligan) dan anorganik (metal) yang akan membentuk struktur tiga dimensi. Bahan penyusun MOF yang tepat dapat menghasilkan kristal dengan luas permukaan yang tinggi dan stabilitas suhu yang baik. Kelebihan MOF tersebut mendukung kemampuannya sebagai katalis heterogen dalam transesterifikasi minyak nabati. Dibandingkan dengan zeolit, MOF memiliki stabilitas suhu yang baik [7]. Penggunaan MOF sebagai katalis telah dilakukan untuk berbagai reaksi yaitu digunakan untuk mengkatalisis *cyanosilylation* dari *benzaldehyde*, untuk reaksi transesterifikasi minyak, untuk reaksi kondensasi Claisen-Schmidt dalam toluene, untuk reaksi *ring-opening* dan untuk reaksi *Friedel-Crafts* [8]. Pada reaksi transesterifikasi minyak nabati, ZIF-8 digunakan untuk transesterifikasi minyak sayur, Cu-BTC MOF digunakan untuk transesterifikasi minyak kelapa sawit dan bifungsional MOF digunakan pada transesterifikasi *ethyldecanoate* [9-11]. Melihat kemampuan dalam transesterifikasi, maka MIL-53 (Al) memiliki potensi sebagai katalis dalam reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit seperti yang lakukan Chen dan kawan-kawan dengan modifikasi amina pada suhu 50°C [12]. Pemakaian logam bervalensi tinggi seperti Al^{3+} memberi keuntungan stabilitas material yang tinggi akibat kuatnya interaksi ion metal dengan ikatan karboksilat pada ligan. Selain itu, Al-MOF memiliki porositas yang tinggi, memiliki stabilitas termal dan kimia yang tinggi, dan ketersediaan sumber logam Al yang berlimpah [13].

Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan pada berbagai kondisi yaitu pada kondisi rendah 50-60°C, kondisi subkritis metanol dan kondisi superkritis metanol. Pada penelitian ini digunakan kondisi subkritis metanol

dalam proses transesterifikasi minyak menjadi biodiesel dikarenakan keuntungan yang dimiliki kondisi subkritis metanol adalah mempercepat laju reaksi, katalis yang digunakan dalam jumlah sedikit, energi yang digunakan lebih rendah dari kondisi superkritis, meningkatkan efisiensi konversi trigliserida menjadi ester dan pemisahan katalis menjadi lebih mudah jika menggunakan katalis heterogen [5]. Walaupun pada kondisi subkritis dan superkritis metanol dapat dilakukan tanpa katalis, Wang & Yang (2007) menyimpulkan konversi pada penggunaan katalis lebih tinggi dibandingkan tanpa katalis. Hal ini juga dinyatakan oleh Yin *et al.* (2012) bahwa pembuatan biodiesel dari soybean oil pada kondisi subkritis menggunakan katalis 1% dapat menghasilkan *yield* biodiesel sebesar 95,6% dan katalis 4% sebesar 97,3% sedangkan untuk kondisi subkritis tanpa katalis mendapatkan *yield* sebesar 95,4%.

Pada penelitian ini, MIL-53 (Al) digunakan sebagai katalis dalam reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit kemasam pada kondisi metanol subkritis. Bahan baku digunakan dalam pembuatan MIL-53 (Al) yaitu logam $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ dan ligan 1,4-benzenedicarboxylate (BDC). Pada penelitian ini dipelajari pengaruh massa katalis, temperatur reaksi dan kadar FFA minyak (hipotesa) pada proses transesterifikasi serta kemampuan regenerasi MIL- 53 (Al) (hipotesa).

1.2. Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh massa katalis MIL-53 (Al), temperatur reaksi dan kadar FFA minyak pada sintesis biodiesel.
2. Mempelajari kemampuan regenerasi MIL-53 (Al) pada sintesis biodiesel.

I.3. Pembatasan Masalah

1. Katalis MIL-53 (Al) disintesa menggunakan logam Al^{3+} dari $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ dan ligan 1,4-benzenedicarboxylate (BDC).
2. Sintesa MIL-53 (Al) menggunakan metode *solvothermal*.
3. Bahan baku pembentukan biodiesel menggunakan minyak kelapa sawit kemasan.